

10/593,036

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 9 月 29 日 (29.09.2005)

PCT

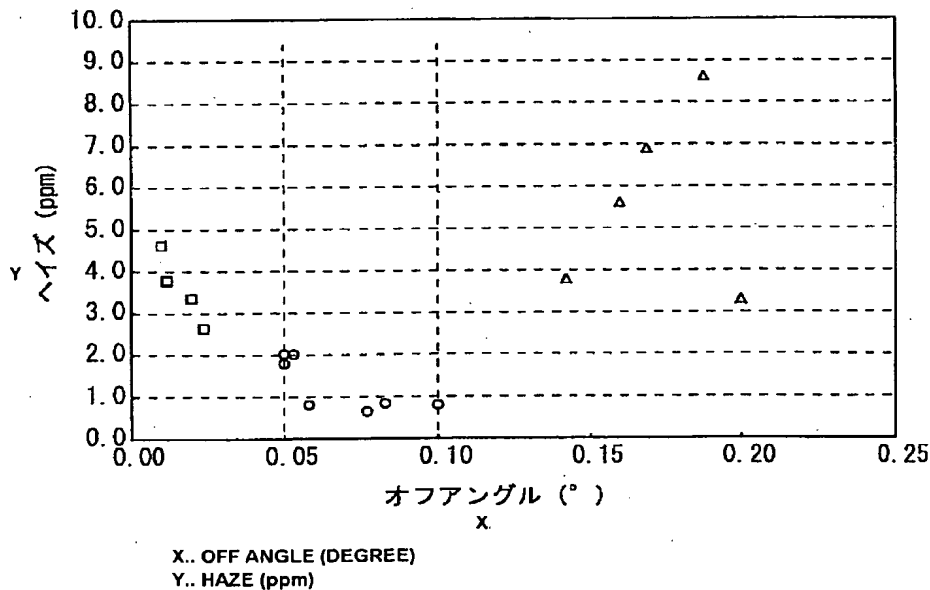
(10) 国際公開番号  
WO 2005/090650 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: C30B 29/40, H01L 21/205 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鈴木 健二 (SUZUKI, Kenji) [JP/JP]; 〒3191535 茨城県北茨城市華川町日場 1 8 7 番 4 号 株式会社日鉱マテリアルズ 磯原工場内 Ibaraki (JP). 平野 立一 (HIRANO, Ryuichi) [JP/JP]; 〒3191535 茨城県北茨城市華川町日場 1 8 7 番 4 号 株式会社日鉱マテリアルズ 磯原工場内 Ibaraki (JP). 中村 正志 (NAKAMURA, Masashi) [JP/JP]; 〒3358502 埼玉県戸田市新曽南 3 丁目 1 7 番 3 5 号 株式会社日鉱マテリアルズ 戸田工場内 Saitama (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/002224
- (22) 国際出願日: 2005 年 2 月 15 日 (15.02.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2004-079504 2004 年 3 月 19 日 (19.03.2004) JP (74) 代理人: 荒船 博司 (ARAFUNE, Hiroshi); 〒1620832 東京都新宿区岩戸町 1 8 番地 日交神楽坂ビル 5 階 Tokyo (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日鉱マテリアルズ (NIKKO MATERIALS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1058407 東京都港区虎ノ門二丁目 1 0 番 1 号 Tokyo (JP). (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

[続葉有]

(54) Title: COMPOUND SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

(54) 発明の名称: 化合物半導体基板



(57) Abstract: A substrate for epitaxial growth capable of improving the surface state of an epitaxial layer on the level of micro-roughness. In the substrate for epitaxial growth, intensity of scattering light obtained when light from a specified light source comes onto the surface of the substrate is divided by the intensity of incident light from the light source and the quotient is defined as haze. The haze is set at 2 ppm or less over the entire effective available region of the substrate and the off angle is set in the range of 0.05-0.10 degrees.

[続葉有]

WO 2005/090650 A1



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: エピタキシャル層の表面状態をマイクロラフネスのレベルで改善できるエピタキシャル成長用基板を提供する。 エピタキシャル成長用基板において、基板表面に所定の光源から光を入射させたときに得られる散乱光の強度を前記光源からの入射光の強度で割った値をヘイズと定義したときに、ヘイズが基板の有効利用領域全域にわたって 2 ppm 以下で、オフアングルが 0.05 ~ 0.10° となるようにした。

## 明 細 書

### 化合物半導体基板

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、化合物半導体層を気相成長させるための成長用基板に関し、特に、表面モロロジーが良好であるとともに、表面のマイクロラフネスが所定値以下の化合物半導体層を成長させる技術に関する。

#### 背景技術

- [0002] 従来、発光素子や受光素子等の半導体素子の用途には、InP基板上にInP等のII-V族系化合物半導体層をエピタキシャル成長させた半導体ウェハが広く用いられている。この化合物半導体のエピタキシャル層は、例えば、有機金属気相成長法(以下、MOCVD法と称する)により形成される。
- [0003] このMOCVD法により上述したIII-V族系化合物半導体層をエピタキシャル成長させた場合、エピタキシャル層の表面にヒロックとよばれる微小な凸状の欠陥や、オレンジピールとよばれるシワ状の欠陥が発生してしまい、エピタキシャル層の表面モロロジーが劣化するという問題があった。そこで、エピタキシャル層の表面モロロジーを改善するための種々の技術が提案されている。
- [0004] 例えば、特許文献1では、MOCVD法によるエピタキシャル成長用基板として、面方位を<100>方向から角度で0.1〜0.2°傾けたウェハを用い、かつ基板温度を600℃以上700℃以下の条件でエピタキシャル成長させる方法が提案されており、エピタキシャル層の表面におけるヒロック(特許文献1においては涙状欠陥と称している)を著しく低減させることに成功している。
- [0005] さらに、特許文献2では、基板の面方位の傾斜角(以下、オフアングルと称する)が大きくなった場合にオレンジピールが発生するのを防止するために、基板のオフアングルの範囲を、成長速度と基板温度の関数により規定したエピタキシャル成長方法が提案されている。これにより、エピタキシャル層表面に生じるヒロックを大幅に低減できるとともに、オレンジピールの発生を防止することにも成功している。
- [0006] また、特許文献3では、基板の欠陥密度(転位密度)も考慮に入れて基板のオフア

ングルを規定する方法が提案されている。具体的には、InP基板上に化合物半導体の薄膜を気相エピタキシャル成長させる際に、 $\langle 100 \rangle$ からのオフアングル  $\theta$  (°) が、 $\theta \geq 1 \times 10^{-3} D^{1/2}$  ( $D$  (cm<sup>-2</sup>): 基板の欠陥密度) を満足する基板を使用するようにしている。例えば、基板の欠陥密度  $D$  が 1000cm<sup>-2</sup> の場合はオフアングル  $\theta \geq 0.03$  である基板を使用し、10000cm<sup>-2</sup> の場合はオフアングル  $\theta \geq 0.10$  である基板を使用することとなる。

特許文献1: 特許第1975143号公報

特許文献2: 特許第2750331号公報

特許文献3: 特許第3129112号公報

### 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0007] 上述したように、従来はオフアングルと転位密度を規定した半導体基板を用い、さらに所定の成長条件で気相成長させることにより表面モロロジーが良好で実用的なエピタキシャル層を成長させることができていた。

[0008] 一方、半導体デバイスの高集積化、高機能化の要求に伴い、エピタキシャル層の表面状態の品質は益々重要視されるため、表面状態のより詳細かつ正確な評価が必要になると考えられる。例えば、上述した涙状欠陥等の表面モロロジーはノマルスキー顕微鏡等で観察されるものであるが、このような方法では観察できない表面状態も含めてエピタキシャル層を評価するのが望ましいと考えられる。つまり、実際のエピタキシャル層表面は上記ノマルスキー顕微鏡で観察しうる欠陥が皆無でも表面が完全になめらかというわけではなく、少なくともマイクロスケールレベルでの起伏(以下、マイクロラフネスと称する)が存在するため、このマイクロラフネスも考慮してエピタキシャル層の表面状態を評価するのが望ましい。

[0009] そこで、本発明は、従来は特に重要視されていなかったエピタキシャル層表面のマイクロラフネスに着目し、エピタキシャル層の表面状態をマイクロラフネスのレベルで改善できる技術を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0010] 従来より、半導体ウェハの製造工程において、ウェハ面上に付着した異物等の欠陥

を検査する作業が行われている。一般に、ウェハ表面の欠陥検査にはウェハ表面にレーザ光を照射して散乱光を光検出器によって検出する表面異物検査装置が用いられており、例えば、KLA-Tencor社製のSurfscan6220が代表的である。

- [0011] 図1にSurfscan6220の原理図を示す。Surfscan6220では、所定の位置に配置されたウェハに光源Lからレーザを照射し、基板の表面状態によっては光が入射点から散乱するので、この散乱光を収集して低ノイズ光電子増倍管(PMT: Photo-Multiplier Tube)で増幅し、PMTで増幅された散乱信号に基づいてウェハの表面状態を分析する。また、ウェハ搬送軸方向Yに一定の速度で搬送するとともに、所定の光源をレーザスイープ軸方向Xに往復移動させながら、レーザビームを照射することにより、基板全体をサンプリングすることができる。
- [0012] 光源Lをレーザスイープ軸方向Xに走査したときのウェハ表面からの散乱信号を図2に示す。図2に示すように、設定したしきい値以上の散乱信号が得られたときにその部分を異物として検出する。このようにしてSurfScan6220では散乱信号の強度で異物を検出できる他、散乱信号のバックグラウンドの高さ(散乱光強度)を入射光強度で割った値(散乱光強度/入射光強度(ppm))で定義されるヘイズを測定することができ、このヘイズによりウェハ表面のマイクロフネスを評価することができる。例えば、ヘイズが大きくなるとそれだけウェハ表面のマイクロフネスが大きく、表面状態が悪いということになる。
- [0013] ここで、エピタキシャル層表面について考えると、エピタキシャル層の表面に涙状欠陥等の異常が生じている場合には、当然表面の起伏が大きくなるのでエピタキシャル層表面のヘイズが大きくなると予想される。また、エピタキシャル層表面に涙状欠陥等の異常表面モロロジーが観察されない場合であっても、半導体デバイスの性能に悪影響を及ぼす程度のマイクロフネスが存在することはあり得る。このような場合に、エピタキシャル層表面のヘイズを測定することで表面をマイクロフネスのレベルで評価することができる。
- [0014] そこで、本発明者等は、半導体デバイスの高集積化、高機能化に伴い、エピタキシャル層の表面状態の品質向上がさらに要求されていることから、エピタキシャル層表面のマイクロフネスに着目し、具体的にはエピタキシャル層表面のヘイズを2ppm

以下とすることを目標とした。これは、ヘイズが2ppm以下であればマイクロラフネスは極めて小さいと考えられ、当然に表面欠陥も発生していないとみなすことができるからである。

[0015] 具体的には、まず、エピタキシャル成長用の基板表面のマイクロラフネスが該基板上に成長されるエピタキシャル層の表面状態(特にマイクロラフネス)に少なからず影響を与えるのではないかと考え、エピタキシャル成長前の基板表面のヘイズと該基板上に成長させたエピタキシャル層表面のヘイズとの関係を調べた。ここで、ヘイズは上記Surfscan6220により測定され、散乱光強度を入射光強度で割った百万分率で表される。その結果、エピタキシャル層表面のヘイズは、用いた基板表面のヘイズよりも必ず同等又は大きくなることが分かった。これより、エピタキシャル層表面のマイクロラフネスを抑制するためには、表面のヘイズが極力小さい基板を用いなければならないことが明らかとなった。

[0016] また、ヘイズが2ppm以下の基板を用いて該基板上にエピタキシャル層を成長させたところ、エピタキシャル層表面のヘイズは2ppm程度の場合もあれば大きく劣化する場合もあることが判明した。そこで、さらに実験を重ね、エピタキシャル層表面のヘイズは基板表面のヘイズだけでなく基板のオフアングルにも依存することを突き止めた。具体的には、ヘイズが2ppm以下でオフアングルが $0.05\sim0.10^\circ$ の範囲である基板を用いた場合に、該基板上に成長させたエピタキシャル層表面のヘイズを2ppm以下とすることができた。特に、ヘイズが $0.5\sim0.8$ ppmで、オフアングルが $0.06\sim0.10^\circ$ の範囲である基板を用いた場合にはエピタキシャル層表面のヘイズを1ppm以下とすることができた。

[0017] 本発明は上記知見に基づいて完成されたものであり、エピタキシャル層の表面状態をマイクロラフネスのレベルで改善するために、エピタキシャル成長に用いられる基板の表面のヘイズ及びオフアングルを規定するようにしたものである。

[0018] すなわち、基板表面に所定の光源から光を入射させたときに得られる散乱光の強度を前記光源からの入射光の強度で割った値をヘイズと定義したときに、ヘイズが基板の有効利用領域全域にわたって2ppm以下であり、オフアングルが $0.05\sim0.10^\circ$ であることを特徴とする化合物半導体基板である。望ましくは、基板表面のヘイズ

を1ppm以下とすることで、該基板上に成長されるエピタキシャル層表面のヘイズをより小さくすることができる。ここで、上記ヘイズは、例えば、KLA-Tencor社製のSurfscan6220を用いて、基板の有効利用領域(面取り部分等の基板周縁部を除く)にわたって測定される値である。

- [0019] 特に、上記化合物半導体基板がInP基板であるときに有効である。また、転位密度が $1000/\text{cm}^2$ 以下、望ましくは $500/\text{cm}^2$ 以下とすることで、エピタキシャル成長後の表面欠陥の発生を効果的に抑制することができ、かつヘイズを2ppm以下にすることができる。

#### 発明の効果

- [0020] 本発明に係る基板を用いてエピタキシャル成長を行うことにより、成長されたエピタキシャル層表面のヘイズは2ppm以下となる。すなわち、マイクロラフネスが非常に小さい極めて良好な表面状態のエピタキシャル層を成長させることができる。したがって、本発明に係る基板上に半導体層をエピタキシャル成長させた半導体素子は、高集積化、高機能化を要求される半導体デバイスの用途に適用することができる。

#### 図面の簡単な説明

- [0021] [図1]KLA-Tencor社製のSurfscan6220の原理図である。  
[図2]光源Lをレーザスイープ軸方向Xに走査したときのウェハ表面からの散乱信号の一例である。  
[図3]基板のオフアングルと該基板上にエピタキシャル成長されたn-InGaAs層表面のヘイズとの関係を示すグラフである。  
[図4]基板のオフアングルと該基板上にエピタキシャル成長されたInGaAs層表面のヘイズとの関係を示すグラフである。  
[図5]InGaAs層表面のヘイズとシート抵抗の関係を示すグラフである。

#### 符号の説明

- [0022] L 光源  
X レーザスイープ軸  
Y ウェハ搬送軸  
W ウェハ

## PMT 低ノイズ光電子増倍管

## 発明を実施するための最良の形態

[0023] 以下、本発明の好適な実施の形態を図面に基づいて説明する。

## 実施例 1

[0024] 実施例1として、基板上に有機金属気相成長法(MOCVD法)によりエピタキシャル層を成長させる場合について説明する。

はじめに、液体封止チョクラルスキー法(Liquid Encapsulated Czochralski;LEC)により転位密度が $1000/\text{cm}^2$ 以下の(100)InP単結晶を作製し、該InP単結晶から切り出してエピタキシャル成長用基板を作製した。そして、このInP単結晶基板の表面を通常の方法により鏡面加工し $\langle 100 \rangle$ 方向からのオフアングルが $0.05 \sim 0.10^\circ$ である基板を準備した。

[0025] 上述した基板について、Surfscan6220により表面のヘイズを測定し測定可能領域(有効利用領域)におけるヘイズが $0.5 \sim 0.8\text{ppm}$ であるものを選定した。なお、Surfscan6220の光源は30mWアルゴン-イオンレーザで、波長が488nmである。

[0026] そして、これらの基板上に有機金属気相成長法により、n-InP層(膜厚 $1.0\mu\text{m}$ )、n-InGaAs層(膜厚 $4.0\mu\text{m}$ )、n-InP層(膜厚 $2.0\mu\text{m}$ )、及びn-InGaAs層(膜厚 $0.1\mu\text{m}$ )を順次成長させた。このとき、エピタキシャル層の成長速度は $1\mu\text{m}/\text{時間}$ で、成長温度は $620^\circ\text{C}$ とした。

[0027] 上記のようにエピタキシャル成長された最上層のn-InGaAs層について、表面状態をノマルスキー顕微鏡にて観察したが、表面欠陥は認められず極めて良好な表面状態であることが確認できた。

[0028] さらに、Surfscan6220によりn-InGaAs層表面のヘイズを測定した。基板のオフアングルとn-InGaAs層表面のヘイズとの関係を図3に示す。本実施形態に係る測定結果は図3の○印である。図3に示すように、オフアングルが $0.05 \sim 0.10^\circ$ である基板を用いた場合は何れもn-InGaAs層表面のヘイズは $2\text{ppm}$ 以下となり、マイクロラフネスの小さい極めて良好な表面状態のエピタキシャル層であることが確認できた。特に、オフアングルが $0.06 \sim 0.10^\circ$ の基板においては、基板表面のヘイズとn-InGaAs層のヘイズは同程度であり、マイクロラフネスの劣化を効果的に抑制するこ



とができた。

- [0029] 一方、比較のため、上記実施例1とはオフアングルが異なる基板を用いた場合のエピタキシャル層の表面状態を評価した。具体的には、LEC法により転位密度が1000個/cm<sup>2</sup>以下のInP基板を作製し、表面を通常の方法により鏡面加工し〈100〉方向からのオフアングルが0.05°よりも小さい基板(0.01〜0.025°)及び0.10°よりも大きい基板(0.14〜0.20°)を準備した。次いで、これらの基板についてSurfscan6220により表面のヘイズを測定し測定可能領域におけるヘイズが0.5〜0.8ppmであるものを選定し、該基板上に上記実施形態と同様な構成のエピタキシャル層を成長させた。
- [0030] そして、エピタキシャル成長された最上層のn-InGaAs層についてノマルスキー顕微鏡で観察したところ、オフアングルが0.20°の基板上に成長させたn-InGaAs層では表面モロロジーの劣化が認められた。
- [0031] さらに、Surfscan6220によりn-InGaAs層表面のヘイズを測定した。基板のオフアングルとn-InGaAs層表面のヘイズとの関係を図3に示す。オフアングルが0.05°よりも小さい基板を用いたときの測定結果を□印で、オフアングルが0.10°よりも大きい基板を用いたときの測定結果を△印で示す。
- [0032] 図3に示すように、オフアングルが0.05°よりも小さい基板を用いた場合は何れもn-InGaAs層表面のヘイズは2ppm以上となっており、マイクロラフネスの劣化が認められた。同様に、オフアングルが0.10°よりも大きい基板を用いた場合もn-InGaAs層表面のヘイズは3ppm以上となっており、オフアングルが0.05°よりも小さい基板を用いた場合に比較しても著しくマイクロラフネスの劣化が認められた。
- [0033] 上述したように、エピタキシャル成長前の基板として、表面のヘイズが1ppm以下で、オフアングルが0.05〜0.10°である基板を用いることにより、該基板上に成長されるエピタキシャル層は表面のヘイズが2ppm以下となり極めて良好な表面状態を実現できる。また、涙状欠陥等の表面欠陥も発生していないことはいうまでもない。
- [0034] また、上記実施形態では、ヘイズが0.5〜0.8ppm、すなわち1ppm以下の基板を用いてエピタキシャル成長を行ったが、基板のオフアングルとの関係からヘイズが2ppm以下の基板を用いても、該基板上に成長されるエピタキシャル層表面のヘイズ

を2ppm以下とすることができる。つまり、オフアングルが $0.06 \sim 0.10^\circ$ の基板においては、基板表面のヘイズとエピタキシャル層表面のヘイズは同程度でありマイクロラフネスの劣化は認められないので、ヘイズが2ppm以下の基板を用いることでエピタキシャル層表面のヘイズを所望の値とすることができると考えられる。

## 実施例 2

- [0035] 実施例2として、基板上に分子線エピタキシー法(MBE法)によりエピタキシャル層を成長させる場合について説明する。

まず、液体封止チョクラルスキー法(Liquid Encapsulated Czochralski; LEC)により転位密度が $1000/\text{cm}^2$ 以下の(100)InP単結晶を作製し、該InP単結晶から切り出してエピタキシャル成長用基板を作製した。そして、このInP単結晶基板の表面を通常の方法により鏡面加工し $\langle 100 \rangle$ 方向からのオフアングルが $0.02 \sim 2.00^\circ$ である基板を準備した。

- [0036] 上述した基板について、Surfscan6220により表面のヘイズを測定し測定可能領域(有効利用領域)におけるヘイズが2ppm以下であるものを選定した。なお、Surfscan6220の光源は30mWアルゴン-イオンレーザで、波長が488nmである。

- [0037] そして、上記InP基板上に分子線エピタキシー法(MBE法)により、In, Al, As或いはIn, Ga, Asの分子線を照射して、厚さ250nmのInAlAs/InGaAsからなるHEMT構造のエピタキシャル層を成長させた。このとき、エピタキシャル層の成長速度は約 $1 \mu\text{m}/\text{時間}$ で、成長温度は $420^\circ\text{C}$ とした。

- [0038] 上記のようにしてエピタキシャル成長された最上層のInGaAs層について、表面状態をノマルスキー顕微鏡にて観察したところ、表面欠陥は認められず極めて良好な表面状態であることが確認できた。

- [0039] さらに、Surfscan6220によりInGaAs層表面のヘイズを測定した。使用したInP基板のオフアングルとn-InGaAs層表面のヘイズとの関係を図4に示す。図4に示すように、オフアングルが $0.05 \sim 0.20^\circ$ であるInP基板を用いた場合は何れもエピタキシャル層表面のヘイズは3ppm以下となった。ここで、InP基板表面のヘイズが2ppm以下であることから、基板表面のヘイズよりもエピタキシャル層表面のヘイズの方がやや高くなるが、MBE法により成長させるエピタキシャル層の表面状態として要求され

る10ppm以下のヘイズを達成することができた。

[0040] また、HEMT特性の指標としてエピタキシャル層のシート抵抗を測定したところ図5に示す結果が得られ、エピタキシャル層表面のヘイズが大きくなるとシート抵抗が高くなる傾向にあり、エピタキシャル層の表面状態(ヘイズ)とシート抵抗との間に相関があることが確認できた。

[0041] 実施例1, 2の結果から、MOCVD法とMBE法の両方に共通する範囲として、オフアングルが0.05〜0.10°でヘイズが2ppm以下の基板を用いることが、表面状態の優れたエピタキシャル層を成長させるのに有効であるといえる。

[0042] このように、本発明に係る基板上に半導体層をエピタキシャル成長させた半導体素子は、マイクロラフネスのレベルで表面状態は良好であるといえるので、高集積化、高機能化を要求される半導体デバイスの用途にも対応することが可能となる。

[0043] 以上、本発明者によってなされた発明を実施形態に基づいて具体的に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で変更可能である。

例えば、上記実施の形態では、InP基板上にInGaAs層をエピタキシャル成長させた例について説明したが、InP基板上に、InGaAs以外のIII-V族系化合物半導体層をエピタキシャル成長させる場合にも本発明を同様に適用できる。また、III-V族系化合物半導体のエピタキシャル成長に限らず、エピタキシャル成長全般に適用できると考えられる。

[0044] また、上記実施形態では転位密度が1000/cm<sup>2</sup>以下の基板を用いたが、転位密度が小さい方が表面欠陥の発生を抑制できると考えられるので、500/cm<sup>2</sup>以下とするのが望ましい。また、本実施形態では基板の面方位を(100)としているが、他の面方位の基板にも適用でき、基板の面方位からのオフアングルを0.05〜0.10°とすれば同様の効果を得ることができる。

#### 産業上の利用可能性

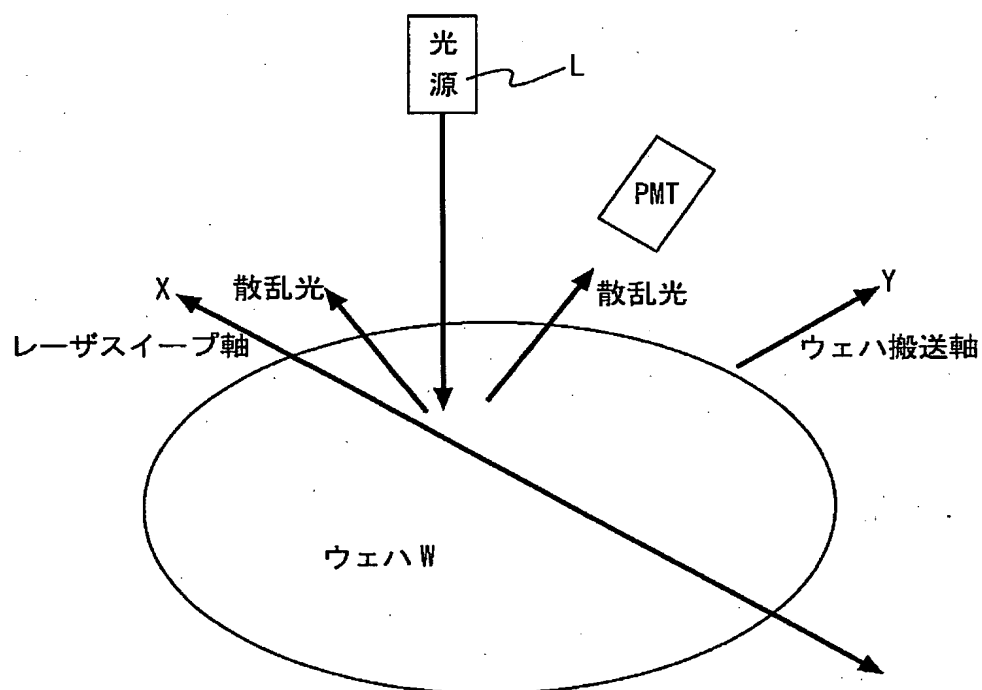
[0045] 本願では、KLA-Tencor社製のSurfscan6220で測定されたヘイズ(散乱光強度/入射光強度の百万分率)に基づいて記載しているが、他社製のヘイズ測定装置(例えば、日立電子エンジニアリング社製のLS5000)で測定されたヘイズについて

も同様に規定することができる。例えば、Surfscan6220で測定されたヘイズと他のヘイズ測定装置で測定されたヘイズとの相関関係を調べることにより、本発明におけるヘイズを他のヘイズ測定装置で測定されたヘイズで規定することは容易である。この場合も、基板のオフアングルは $0.05 \sim 0.10^\circ$  とすることになる。

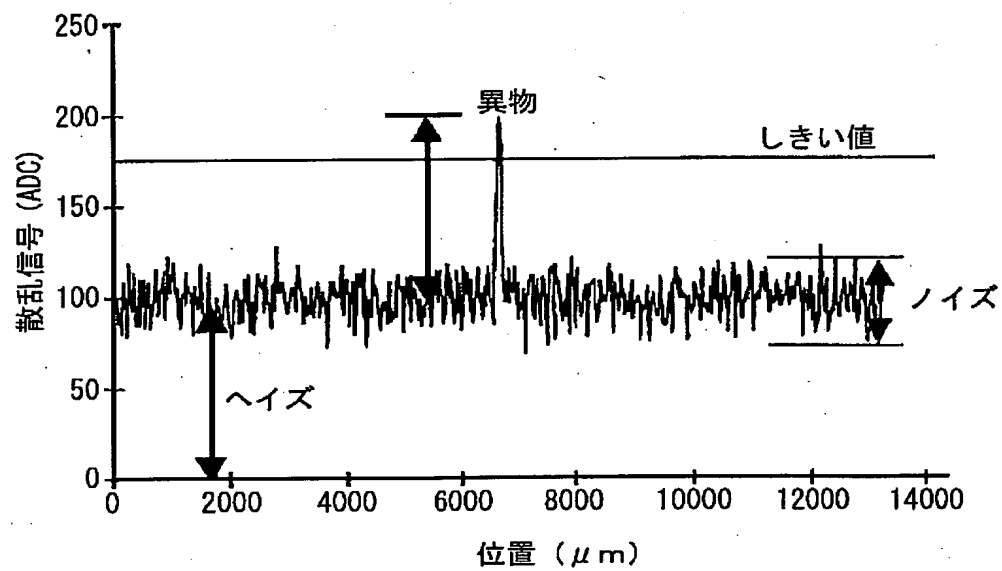
## 請求の範囲

- [1] エピタキシャル成長用の化合物半導体基板であつて、  
基板表面に所定の光源から光を入射させたときに得られる散乱光の強度を前記光源からの入射光の強度で割った値をヘイズと定義したときに、  
ヘイズが基板の有効利用領域にわたって2ppm以下であり、面方位からのオフアングルの0.05〜0.10°であることを特徴とする化合物半導体基板。
- [2] 上記ヘイズが、基板の有効利用領域にわたって1ppm以下であることを特徴とする請求項1に記載の化合物半導体基板。
- [3] 上記化合物半導体基板はInP基板であることを特徴とする請求項1または2に記載の化合物半導体基板。
- [4] 転位密度が $1000/\text{cm}^2$ 以下であることを特徴とする請求項3に記載の化合物半導体基板。
- [5] 転位密度が $500/\text{cm}^2$ 以下であることを特徴とする請求項4に記載の化合物半導体基板。

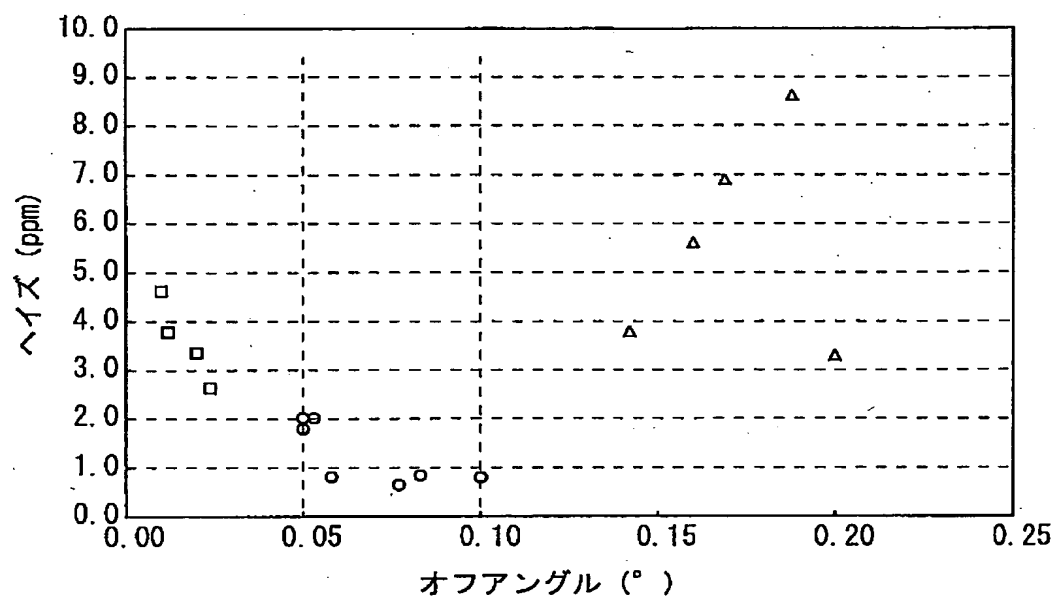
[図1]



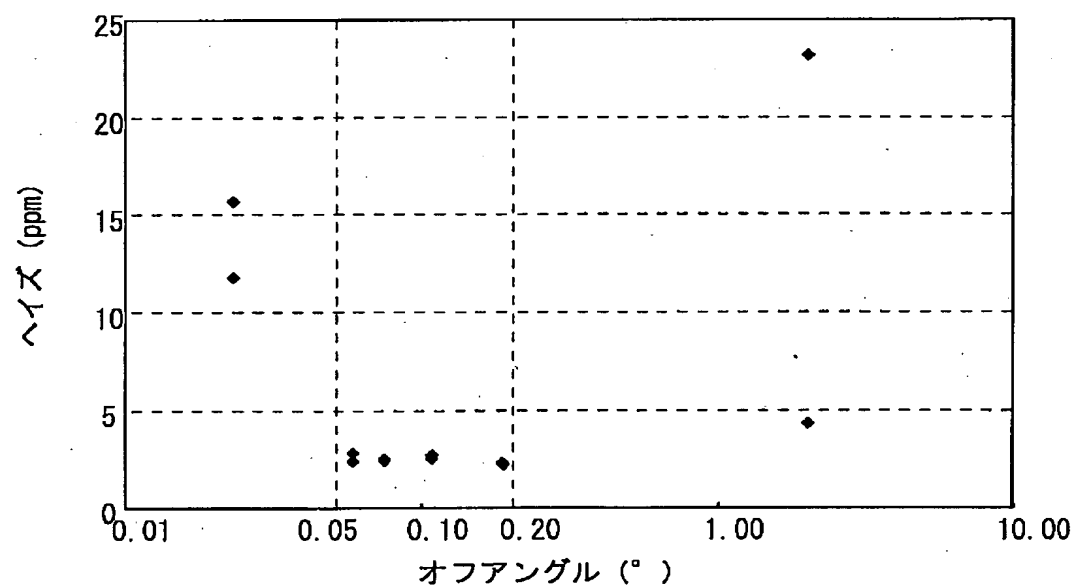
[図2]



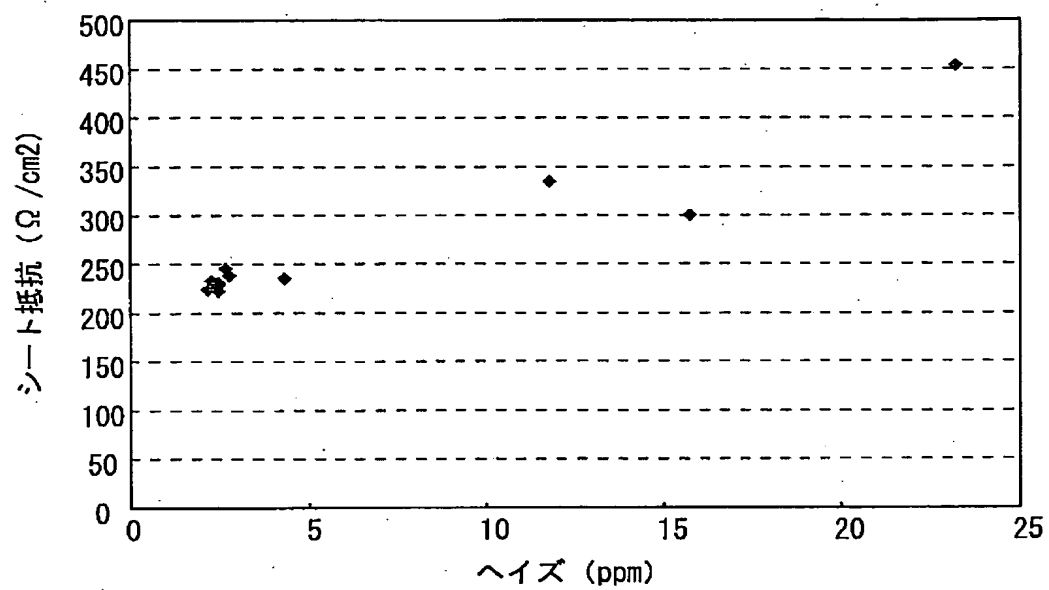
[図3]



[図4]



[図5]





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP2005/002224

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>Int.Cl <sup>7</sup> C30B29/40, H01L21/205  |   |   |
|--|---|---|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC  |   |   |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>Int.Cl <sup>7</sup> C30B29/40, H01L21/205  |   |   |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005<br>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005  |   |   |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>CA(STN), [haze off angle]  |   |   |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>  |   |   |
| Category*  | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No.   |
| Y  | JP 2750331 B2 (Japan Energy Corp.),<br>27 February, 1998 (27.02.98),<br>Claim 1; Par. No. [0005]<br>& EP 567329 A2 & US 5434100 A | 1-5   |
| Y  | JP 2001-189278 A (Dowa Mining Co., Ltd.),<br>10 July, 2001 (10.07.01),<br>Claims 1, 2; Par. No. [0050]; Fig. 7<br>(Family: none)  | 1-5   |
| Y  | JP 9-278582 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha),<br>28 October, 1997 (28.10.97),<br>Claim 1; Par. No. [0017]<br>(Family: none)       | 4-5   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.   |   |   |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |   |   |
| Date of the actual completion of the international search<br>10 March, 2005 (10.03.05)   |   | Date of mailing of the international search report<br>29 March, 2005 (29.03.05) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japanese Patent Office   |   | Authorized officer<br><br>Telephone No.   |
| Facsimile No.  |   |   |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002224

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A         | JP 3129112 B2 (Sumitomo Electric Industries, Ltd.),<br>17 November, 2000 (17.11.00),<br>Full text<br>& EP 701008 A2                      & US 5647917 A | 1-5                   |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl. C30B29/40, H01L21/205

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl. C30B29/40, H01L21/205

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2005年  
日本国実用新案登録公報 1996-2005年  
日本国登録実用新案公報 1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  
CA (STN), [haze off angle]

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリ* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|----------------|---|------------------|
| Y              | JP 2750331 B2 (株式会社ジャパンエナジー)<br>1998. 02. 27, 請求項1, 段落【0005】<br>& EP 567329 A2 & US 5434100 A | 1-5              |
| Y              | JP 2001-189278 A (同和鉱業株式会社)<br>2001. 07. 10, 請求項1, 2, 段落【0050】, 第7図<br>(ファミリーなし)              | 1-5              |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  
10. 03. 2005

国際調査報告の発送日  
29.03.2005

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
田中 則充  
4G 9730  
電話番号 03-3581-1101 内線 3416

| C (続き). 関連すると認められる文献 |   |                  |
|----------------------|---|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*      | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
| Y                    | JP 9-278582 A (昭和電工株式会社)<br>1997. 10. 28, 請求項1, 段落【0017】<br>(ファミリーなし)           | 4-5              |
| A                    | JP 3129112 B2 (住友電気工業株式会社)<br>2000. 11. 17, 全文<br>& EP 701008 A2 & US 5647917 A | 1-5              |